

高寒草甸5种雀形目留鸟体重的季节变化

张晓爱 邓合黎

(中国科学院西北高原生物研究所)

体重与鸟类生物学的许多分支有关。它概括地反映了基础代谢、呼吸、循环、体温及其它与飞翔有关的生理学特性。甚至某些生态学特征如领域性的、行为特征等都可以用重量—特征关系式($y = ax^b$)作种间和种内差异的分析比较(Calder, 1974)。

体重不仅有年间和季节的变化,而且还有日周期的变化。因此对体重的研究来说不仅需要不同性别和年龄的较大样本,而且在取材时间上要尽可能一致。国外对许多候鸟的迁徙及越冬前后体重的变化作了不少研究(Dare, 1977; King等, 1981)。然而对小型雀形目留鸟体重的季节变化研究的并不多。本文研究的是终年生活在海拔3千米以上的高寒草甸常见的5种小型雀形目鸟类(体重100克以下),它们是角百灵(*Eremophila alpestris*)、小云雀(*Alauda gulgula*)、长嘴百灵(*Melanocorypha maxima*)、褐背拟地鸦(*Pseudopodoces humilis*)及黄嘴朱顶雀(*Acanthis flavirostris*)。

一、材料和方法

本项研究从1983年4月—1986年5月在海北高寒草甸生态系统定位站进行。标本来源是在每月中旬,每天上午用猎枪捕杀,选用不同性别的成体10只以上。捕杀后立即称重或装入塑料袋中,密封存放于冰箱中冷冻,数日化冻后称重,作为成体重(以下简称体重)。化冻后的重量损失一般不超过2%(Clark, 1979)。称重用扭力天平,精确到0.01克。

二、结果与讨论

1. 平均体重的月变化

5种留鸟体重逐月变化的年周期曲线用图1表示。从每月体重波动的总趋势来看,一般是夏季低,冬季高。但是每个种的变化出现高低峰的时间并不相同。角百灵和长嘴百灵的最低体重分别出现在7月和9月,高峰期分别在2月和元月,体重增长分别为6.2%和6.3%。小云雀从最低的7月份到最高的12月份增高14%。褐背拟地鸦体重的高峰出现在3月份,比最低时期的8月份增高10%。黄嘴朱顶雀的体重从11月份的最

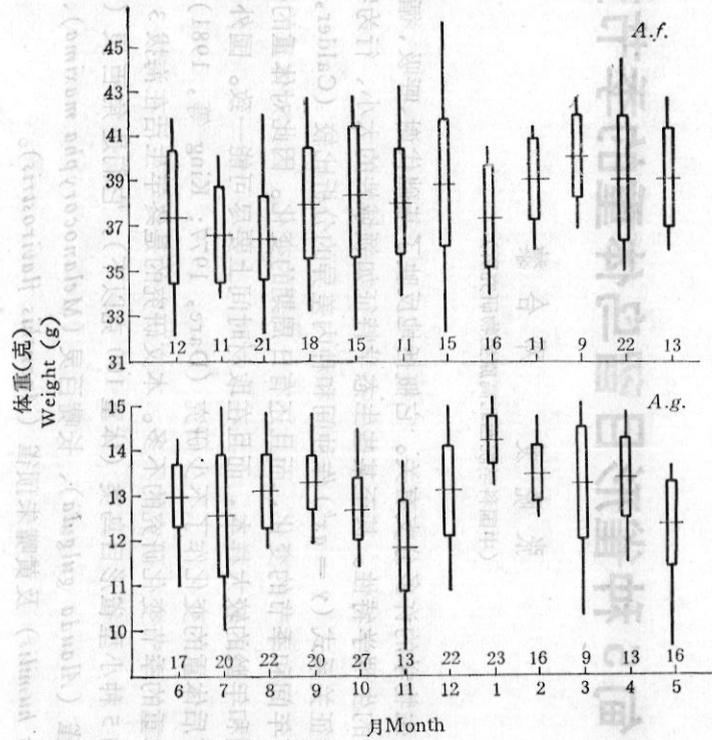
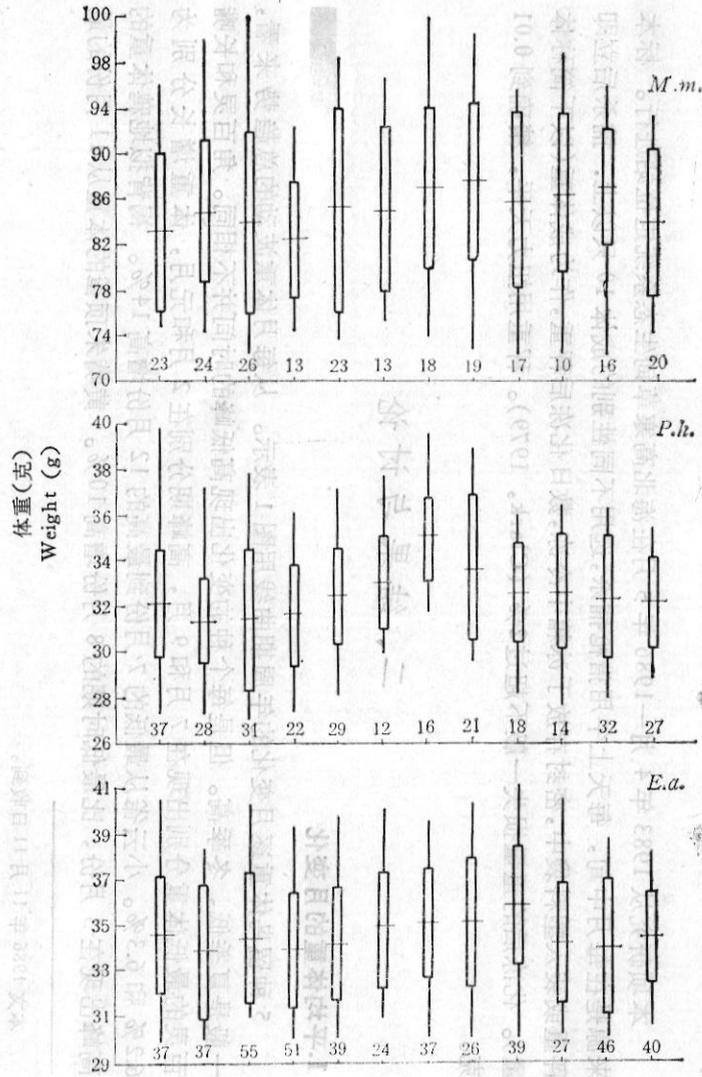


图 1 5 种留鸟体重的月变化
 Fig. 1 Monthly variation in weight of 5 species of resident passerines
 M. m. 长嘴百灵; A. g. 小云雀; E. a. 角百灵; P. h. 褐背拟地鸦; A. f. 黄嘴朱顶雀。图中横线代表平均值, 矩形代表标准差 SD; 垂线代表范围; 数字代表样本数。
 Horizontal lines represent means, rectangles represent standard deviations of the mean, vertical lines represent the range. Numbers are sample sizes.

中国科学院植物研究所
 1982年10月
 第8卷

低值到元月份的最高值增长 19.7%，在 5 个种中增长率是最高的。

影响鸟类体重呈现这种变化的因素有下面几点。首先，鸟类体重的增加或减少主要是受体内脂肪贮备水平的影响 (Dare, 1977)。鸟类在一年内的重要生命活动如繁殖、换羽、迁徙、越冬都要比平常维持生命活动消耗更多的能量，从而直接影响了脂肪的贮备和消耗，因此是体重变化的重要原因。

King 等 (1981) 指出，在候鸟中，春天迁徙前的脂肪贮备大于越冬前的脂肪积累；而留鸟中，冬天的脂肪贮备是最高的。使得许多北温带的小型种类减少了严酷气候下饿死的可能性。同时他们还证实了这样一个假设：冬天体重的增加与环境温度密切相关，而温度、雪覆盖、日照长短、夜间的长短等自然因素又与纬度有关，因而随着纬度的南移，气候压力也随之从北向南改善，因而冬季体重的增加幅度逐渐减少，恰好说明了热带留鸟体重没有季节变化的结论 (Ward, 1969)。本文研究的 5 种鸟类地处温带，冬季体重增大的情况也支持了这个假设。

Wilson (1975) 认为出现在隆冬时期的最高脂肪贮备是对可预测事件的压力(而不是长期的一般条件)的进化性反应，而这种贮备只能是在不平常的，但还不是生死关头所必须的。许多实验已经证明日照长度的年变化对迁徙前或越冬增肥的开始和进行及有关事件如性腺生长、婚配前的换羽、迁徙活动等来说是一种主要的刺激或瞬间信号 (temporal cue)。光周期理论认为光周期阈(能对日照长度引起反应的临界值)及日照长度变化的速率与性腺的生长成正比 (King 等, 1981)。某些从野外捕来或一直饲养在稳定实验室条件下的种类进行 1 年或更长时间的体重季节变化的观察发现，即使在及时的环境刺激不存在的情况下，影响体重季节变化的内部节律还是存在的 (King, 1968)。至于内部调节体重变化的神经内分泌控制机理目前还了解甚少。Meter 和 Burns (1976) 用白喉带鹀 (*Zonotrichia albicollis*) 所作的实验得出，肾上腺皮质激素释放分泌物的定时变化是控制脂肪贮备季节性变化的主要因素。

另外，体重的季节变化也与食物供应有关。例如褐背拟地鸦终年以昆虫和土壤动物、尸体为生，所以冬季对它来说是食物来源相对缺乏时期，因而体重高峰出现在 3 月份。3 种百灵科的鸟类冬天都以植物种籽为食，而小云雀 12 月份体重与 7 月份相比增加 14%，远远超过角百灵和长嘴百灵。初步认为是小云雀冬季沿公路、田间取食谷物种子，而后两种冬季取食草籽及少量谷物种子，因此食物质量的不同可能是造成体重增长程度不同的一个原因。全年食草籽的黄嘴朱顶雀元月份的重量比最低的 11 月份增高 19.7%，如此大的增长率可能因为它的平均体重只有 12 克左右，相同的能量在小个体中发挥的效益不如大个体大，单位体重能量的消耗也比大个体多的缘故 (Calder, 1974)。

5 种鸟的换羽期都在 8—10 月份，因此在繁殖期后的恢复期，体重稍增后又下降与换羽的能量消耗有关。

2. 体重的性别二型性

大多数鸟类中，雄性大于雌性 (Amadon, 1977)，但在有些种类中性别差异小，特别是当雌鸟在卵形成阶段常超过雄性体重。

将 5 种鸟的性别差异用 t 测验检验(表 1) 看出，黄嘴朱顶雀属于两性同型的类型 ($t = 0.571, P > 0.05$)，只有在春季出现显著差异 ($t = 2.154, 0.01 < P < 0.05$)。其余的

表1 不同季节两性体重差异的显著性测定
Table 1 Differential significance comparison of sexual body weight in each season of 5 species.

项目 Item	种类 Species	种类				
		角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>	小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	长嘴百灵 <i>Melanocorypha maxima</i>	褐背拟地鸦 <i>Pseudopodoces humilis</i>	黄嘴朱顶雀 <i>Acanthis flavirostris</i>
时间 Time						
春季 Spring	n'	120	72	51	44	42
	t*	5.840	2.424	4.412	3.750	2.154
	p''	P<0.01	0.01<P<0.05	P<0.01	P<0.01	0.01<P<0.05
夏季 Summer	n	110	100	58	44	58
	t	4.447	10.192	3.992	5.099	1.240
	p	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P>0.05
秋季 Autumn	n	114	64	50	41	60
	t	6.855	3.237	5.842	3.525	0.209
	p	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P>0.05
冬季 Winter	n	101	57	62	42	62
	t	6.045	1.478	5.715	2.485	0.546
	p	P<0.01	P>0.05	P<0.01	0.01<P<0.05	P>0.05
全年 Year	n	448	282	220	97	223
	t	10.530	5.335	7.835	4.551	0.571
	p	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P>0.05

n': 样本数 Sample number; t*: t 值 t value; p'': 概率 probability.

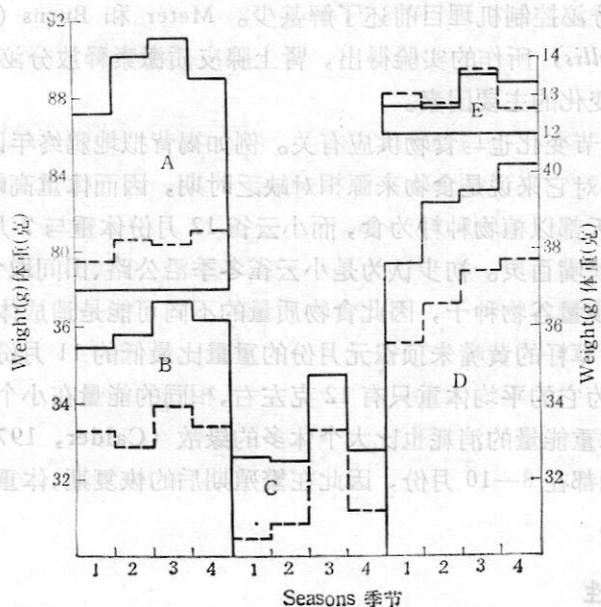


图2 5种鸟不同性别体重季节变化的比较

Fig. 2 Comparison of seasonal variation in weight of both sexes of 5 species.

A. 长嘴百灵, B. 角百灵, C. 小云雀, D. 褐背拟地鸦 E. 黄嘴朱顶雀

1. 夏; 2. 秋; 3. 冬; 4. 春。 —♂♂ ———♀♀

A. *Melanocorypha maxima*; B. *Eremophila alpestris*; C. *Alauda gulgula*;

D. *Pseudopodoces humilis*; E. *Acanthis flavirostris*; 1. Summer, 2. Autumn,

3. Winter, 4. Spring

4 个种都属于性别二型性者。

Johnston 等 (1981) 在研究家麻雀 (*Passer domesticus*) 的性二型与越冬死亡率的关系时指出, 鸟体大小性二型的长期维持除了主要由遗传因子决定外, 还受生物能学的压力, 捕食者的压力, 一雄多雌制的婚配系统, 不同生态龕的利用等因素或这些因素的不同结合的影响。

3. 不同性别体重的季节变化

现将雌雄两性在不同季节的平均体重、标准差、范围和样本数列于表 2, 并由季节变

表 2 不同性别体重的季节变化
Table 2 Seasonal variation in body weight of both sexes.

种名 Species	性别 Sex	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	春季 Spring
角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>	♂♂	35.05±1.812* (32.5-41.0) 68	35.81±2.335 (32.8-40.0) 71	36.69±2.117 (32.6-41.5) 57	36.16±2.403 (32.0-41.7) 75
	♀♀	33.36±3.241 (29.8-40.0) 45	32.91±1.916 (28.6-37.6) 43	34.00±2.342 (29.9-38.7) 46	33.45±2.513 (29.5-38.5) 47
小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	♂♂	32.64±2.470 (28.0-40.0) 63	32.54±2.152 (29.0-38.0) 37	34.73±2.153 (29.9-40.4) 34	32.78±2.114 (27.5-36.5) 34
	♀♀	30.52±2.471 (25.5-36.7) 37	30.86±1.903 (27.5-34.0) 27	33.38±3.683 (28.5-42.0) 23	31.21±2.972 (23.2-34.5) 17
长嘴百灵 <i>Melanocorypha maxima</i>	♂♂	87.07±6.021 (70.0-99.0) 30	90.28±6.623 (70.0-99.9) 29	91.08±6.370 (77.0-100.9) 20	89.09±4.581 (79.0-100.0) 37
	♀♀	79.68±5.523 (70.0-94.3) 21	80.54±6.162 (69.0-94.6) 30	80.50±6.751 (66.1-96.6) 33	81.76±7.153 (73.4-100.0) 21
褐背拟地鸦 <i>Pseudopodoces humilis</i>	♂♂	37.63±2.302 (34.4-41.5) 25	39.22±1.884 (35.2-42.8) 23	39.51±2.762 (34.3-46.0) 17	40.21±2.220 (36.1-44.5) 27
	♀♀	35.58±1.836 (32.0-39.7) 19	36.65±2.783 (31.5-43.3) 18	37.45±2.554 (32.4-43.4) 25	37.75±1.954 (34.5-41.7) 17
黄嘴朱顶雀 <i>Acanthis flavirostris</i>	♂♂	12.75±0.851 (11.5-14.2) 34	12.72±0.830 (11.0-14.5) 35	13.55±0.964 (11.8-15.1) 36	13.32±0.882 (11.6-15.1) 17
	♀♀	13.07±1.114 (10.3-15.0) 24	12.72±1.022 (9.2-14.8) 25	13.68±0.891 (11.2-15.1) 27	12.65±1.063 (9.5-14.5) 25

* Mean + SD 平均值+SD。

表3 不同性别体重季节变化的显著性测定
Table 3 Significance test of seasonal variation in sexual body weight.

种 类 Species	性别 Sex	样本数 N	F 值 F
角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>	♂♂	211	1.440**
	♀♀	181	1.285*
小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	♂♂	189	7.301***
	♀♀	104	5.474***
长嘴百灵 <i>Melanocorypha maxima</i>	♂♂	117	2.482**
	♀♀	105	0.151*
褐背拟地鸦 <i>Pseudopodoces humilis</i>	♂♂	92	5.660***
	♀♀	82	6.230***
黄嘴朱顶雀 <i>Acanthis flavirostris</i>	♂♂	122	7.140***
	♀♀	101	11.800***

(* $P > 0.05$; ** $0.01 < P < 0.05$; *** $P < 0.01$.)

化显著性的F测验(表3)看出,小云雀、褐背拟地鸦和黄嘴朱顶雀雌雄体重的季节变化都有非常明显的差异。角百灵和长嘴百灵雄性体重的季节变化有显著差异 ($F = 3.440$, $0.01 < P < 0.05$ 和 $F = 2.428$, $0.01 < P < 0.05$); 而雌性的差异却不显著 ($F = 1.285$, $P > 0.05$ 和 $F = 0.151$, $P > 0.05$)。雌雄季节变化规律在5个种中也不完全相同(图2)。褐背拟地鸦雌雄变化的曲线几乎是平行的,变化规律一致。长嘴百灵雄性冬天最重,雌性春天最重。角百灵在冬天雌雄都最重,而雄性在夏天最轻,雌性在秋天最轻。小云雀雄性夏秋体重相近,而雌性夏天比秋天轻。黄嘴朱顶雀雌性春天最轻,夏天最重。前面4个种的雌性在春季体重都比夏天高,这是因为它们的产卵高潮期都在春末夏初。黄嘴朱顶雀的繁殖高潮期在仲夏(张晓爱,1982),所以雌性夏天体重比春天高。可见,产卵对雌性体重变化有较大影响。

三、小 结

1. 5种小型雀形目留鸟的体重有明显的季节变化。一般是夏季低、冬季高。只有褐背拟地鸦的体重是冬季低,春季高,是与它们冬天吃单一的动物性食物有关。
2. 角百灵、小云雀、长嘴百灵、褐背拟地鸦4个种的体重都表现出明显的雄大,雌小的性别二型性。黄嘴朱顶雀两性之间无明显差异。
3. 5种留鸟,雌雄体重的季节变化表现出不同的季节变化规律。一般说来,雄性夏季重量最轻,冬季最高;雌性较易受产卵、孵化、育雏等活动的影响,一般春季体重较大。

参 考 文 献

- 张晓爱, 1982, 高寒草甸10种常见雀形目鸟类繁殖生物学的研究, 动物学报 28(2): 190—199.
 Amadon, D., 1977, Further comments on sexual size dimorphism in birds. *Wilson Bull.* 89: 619—629.
 Calder, W. A., III., 1974, Consequences of body size for avian energetics, p. 86—144. In R. A. Paynter, Jr. (ed.), *Avian energetics. Publ. Nuttall Ornithol., Clib No.* 15.

- Clark, G. A., Jr., 1979, Body weights of birds: A review. *Condor* 81: 193—202.
- Dare, P. J., 1977, Seasonal changes in body-weight of Oycercatchers *Haematopus ostralegus*, *Ibis*. 119: 494—506.
- Johnston R. F., and R. C. Fleischer, 1981, Overwinter mortality and sexual size dimorphism in the House Sparrow. *Auk* 98: 503—511.
- King, J. R., 1968, Cycles of fat deposition and molt in White-crowned Sparrows in constant environmental conditions. *Comp. Biochem. Physiol.* 24: 827—837.
- King, J. R., 1972, Adaptive periodic fat storage by birds. *Proc. XV Int. Ornithol Congr.* (1970): 200—217.
- King, J. R., and L. R. Mewaldt, 1981: Variation of body weight in Gambel's White-crowned Sparrows in winter and spring: latitudinal and photoperiodic correlates. *Auk* 98: 752—764.
- McNeil, R., and F. Cadieux, 1972, Numerical formulae to estimate flight range of some North American shore-birds from fresh weight and wing length, *Bird-Banding* 42: 107—113.
- Meter, A. H., and J. T. Burns, 1976, Circadian hormone rhythms in lipid regulation. *Am. Zool.* 16: 649—659.
- Ward, P., 1969, Seasonal and diurnal changes in the fat content of an equatorial bird. *Physiol. Zool.*, 42: 85—89.
- Wilson, D. S., 1975, The adequacy of body size as a niche difference. *Am. Nat.*, 109: 769—784.

SEASONAL VARIATION IN BODY WEIGHT OF FIVE SPECIES OF RESIDENT SMALL PASSERINES IN ALPINE MEADOW

Zhang Xiaoi Deng Heli

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

An investigation on seasonal variation in adult body weights of five passerines species (Horned Lark, *Eremophila alpestris*; Small Skvllark, *Alauda gulgula*; Long-billed calandra Lark, *Melanocorypha maxima*; Hume's Ground Jay, *Pseudopodoces humilis* and Twite, *Ac-anthis flavirostris*) was carried out from April 1983 to May 1986 at the Station of Alpine Meadow Ecosystem.

Firstly, we measured monthly changes in mean weights of the five species. All of them showed marked seasonal changes from the lowest level in summer months to the highest in winter's, but in Hume's Ground Jay which is the lowest in winter months and the highest in spring's. These variation patterns were due mainly to fat deposition and the levels depended on feeding condition in winter months.

Secondly, an attempts is made to test significance of the sexual size dimorphism of all species in each season by t-test. The males are bigger than females, and there are significant difference between males and females in four species, but the males and females in Twite are similer in three seasons except in spring.

Finally, the contrasting patterns of weight change seasonally were examined. The weight variation is the influclned by breeding, moult and wintering.